

J02P00054800

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCE79 U.S. PTO
10/043919
01/08/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-003001

出 願 人

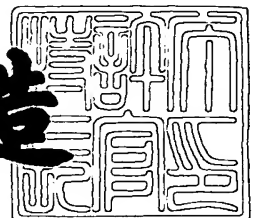
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年11月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3105510

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000975804

【提出日】 平成13年 1月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/01

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 石川 博一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 牧野 拓也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 渡邊 秀則

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 本庄 禎治

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098785

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学多層構造体およびその製造方法、光スイッチング素子、並びに画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にし、架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体であって、

前記光学薄膜は、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする光学多層構造体。

【請求項 2】 更に、前記基板に接するよう一方の電極となる導電層が設けられ、かつ、前記導電層に対向する位置に他方の電極として前記光学薄膜が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載の光学多層構造体。

【請求項 3】 前記光学薄膜の可動部の平面形状が矩形であることを特徴とする請求項 1 記載の光学多層構造体。

【請求項 4】 前記光学薄膜の可動部の平面形状が円形または楕円形であることを特徴とする請求項 1 記載の光学多層構造体。

【請求項 5】 前記光学薄膜の支持部は、前記基板の表面に対して傾斜している

ことを特徴とする請求項 1 記載の光学多層構造体。

【請求項 6】 前記光学薄膜の可動部または支持部の少なくとも一方に、前記間隙部に連通する貫通孔を有する

ことを特徴とする請求項 1 記載の光学多層構造体。

【請求項 7】 前記光学薄膜の矩形状の可動部の角部に対応する位置に切欠部が形成されている

ことを特徴とする請求項 3 記載の光学多層構造体。

【請求項 8】 前記導電層および前記光学薄膜のうちの少なくとも一方は、

互いに光学的特性の異なる 2 以上の層により構成された複合層である

ことを特徴とする請求項 2 記載の光学多層構造体。

【請求項 9】 更に、前記間隙部の光学的な大きさを変化させる駆動手段を有し、前記駆動手段によって前記間隙部の大きさを変化させることにより、前記基板側もしくは前記基板とは反対側より入射した光の反射もしくは透過の量を変化させる

ことを特徴とする請求項 2 記載の光学多層構造体。

【請求項 10】 前記駆動手段は、前記導電層および前記光学薄膜への電圧の印加によって発生した静電力により、前記間隙部の光学的な大きさを変化させるものである

ことを特徴とする請求項 9 記載の光学多層構造体。

【請求項 11】 前記導電層および前記光学薄膜またはその一部は、ITO、 SnO_2 および ZnO のうちのいずれかにより形成されている

ことを特徴とする請求項 10 記載の光学多層構造体。

【請求項 12】 前記駆動手段は、磁力を用いて前記間隙部の光学的な大きさを変化させるものである

ことを特徴とする請求項 9 記載の光学多層構造体。

【請求項 13】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体の製造方法であって、

基板上に、所定の膜厚の犠牲層のパターンを形成し、前記犠牲層の表面および側面部を覆うと共に前記犠牲層に達するエッチング用の貫通孔を有する光学薄膜を形成する工程と、

前記貫通孔を通してエッチングすることにより前記犠牲層を選択的に除去し、前記光学薄膜に、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様に支持する支持部とを形成する工程と

を含むことを特徴とする光学多層構造体の製造方法。

【請求項 14】 前記光学薄膜の平面形状を矩形状とし、前記光学薄膜に貫

通孔を形成する工程において、同時に、前記矩形状の光学薄膜の角部に対応する位置に応力緩和用の切欠部を形成する

ことを特徴とする請求項 1 3 記載の光学多層構造体の製造方法。

【請求項 1 5】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、

この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備えた光スイッチング素子であって、

前記光学薄膜が、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一樣に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 1 6】 上記光学多層構造体が 1 次元または 2 次元アレイ状に配列されている

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の光スイッチング素子。

【請求項 1 7】 1 次元または 2 次元に配列された複数の光スイッチング素子に光を照射することで 2 次元画像を表示する画像表示装置であって、

前記光スイッチング素子は、

基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、

この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、かつ、

前記光学薄膜が、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一樣に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入射光を反射若しくは透過させる機能を有する光学多層構造体およ

びその製造方法、この光学多層構造体を用いた光スイッチング素子並びに画像表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、映像情報の表示デバイスとしてのディスプレイの重要性が高まっており、このディスプレイ用の素子として、更には、光通信、光記憶装置、光プリンタなどの素子として、高速で動作する光スイッチング素子（ライトバルブ）の開発が要望されている。従来、この種の素子としては、液晶を用いたもの、マイクロミラーを用いたもの（DMD ; Digital Micro Mirror Device、デジタルマイクロミラーデバイス、テキサスインスツルメンツ社の登録商標）、回折格子を用いたもの（GLV : Grating Light Valve、グレーティングライトバルブ、SLM（シリコンライトマシン）社）等がある。

【 0 0 0 3 】

GLVは回折格子をMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）構造で作製し、静電力で10 nsの高速ライトスイッチング素子を実現している。DMDは同じくMEMS構造でミラーを動かすことによりスイッチングを行うものである。これらのデバイスを用いてプロジェクタ等のディスプレイを実現できるものの、液晶とDMDは動作速度が遅いために、ライトバルブとしてディスプレイを実現するためには2次元配列としなければならず、構造が複雑となる。一方、GLVは高速駆動型であるので、1次元アレイを走査することでプロジェクションディスプレイを実現することができる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、GLVは回折格子構造であるので、1ピクセルに対して6つの素子を作り込んだり、2方向に出た回折光を何らかの光学系で1つにまとめる必要があるなどの複雑さがある。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

このようなことから、本出願人と同一出願人は、先に、簡単な構成で、小型軽量であると共に、構成材料の選択にも自由度があり、可視光領域においても高速

応答が可能であって、画像表示装置に好適に用いることができる光学多層構造体を提案している（例えば、特願 2 0 0 0 - 2 0 0 8 8 2、特願 2 0 0 0 - 2 0 2 8 3 1 および特願 2 0 0 0 - 2 1 9 5 9 9）。

【 0 0 0 6 】

図 1 7 は、上記提案のうち、例えば特願 2 0 0 0 - 2 0 0 8 8 2 に係る光学多層構造体を用いた光スイッチング装置 1 0 0 の構成の一例を表すものである。この光スイッチング装置 1 0 0 は、例えばガラスからなる透明基板 1 0 1 上に複数（図では 4 個）の光スイッチング素子 1 0 0 A ~ 1 0 0 D を一次元アレイ状に配設したものである。なお、1 次元に限らず、2 次元に配列した構成としてもよい。この光スイッチング装置 1 0 0 では、透明基板 1 0 1 の表面の一方向（素子配列方向）に沿って例えば TiO_2 膜 1 0 2 が形成されている。 TiO_2 膜 1 0 2 上には、例えば ITO（Indium-Tin Oxide：インジウムとスズの酸化物混合膜）膜 1 0 3 が形成されている。

【 0 0 0 7 】

透明基板 1 0 1 上には、 TiO_2 膜 1 0 2 および ITO 膜 1 0 3 に対して直交する方向に、複数本の Bi_2O_3 膜 1 0 5 が配設されている。 Bi_2O_3 膜 1 0 5 の外側には透明導電膜としての ITO 膜 1 0 6 が形成されている。これら ITO 膜 1 0 6 および Bi_2O_3 膜 1 0 5 は、ITO 膜 1 0 3 を跨ぐ位置において架橋構造となっている。ITO 膜 1 0 3 と ITO 膜 1 0 6 との間には、スイッチング動作（オン・オフ）に応じてその大きさが変化する間隙部 1 0 4 が設けられている。間隙部 1 0 4 の光学膜厚は、入射光の波長（ $\lambda = 550 \text{ nm}$ ）に対しては、例えば「 $\lambda/4$ 」（ 137.5 nm ）と「0」との間で変化するようにになっている。

【 0 0 0 8 】

光スイッチング素子 1 0 0 A ~ 1 0 0 D は、透明導電膜（ITO 膜 1 0 3、1 0 6）への電圧印加による電位差で生じた静電引力によって、間隙部 1 0 4 の光学膜厚を、例えば「 $\lambda/4$ 」と「0」との間で切り替える。図 1 7 では、光スイッチング素子 1 0 0 A、1 0 0 C が間隙部 1 0 4 が「0」の状態（すなわち、低反射状態）、光スイッチング素子 1 0 0 B、1 0 0 D が間隙部 1 0 4 が「 $\lambda/4$ 」

」の状態（すなわち、高反射状態）を示している。

【 0 0 0 9 】

この光スイッチング装置 1 0 0 では、ITO 膜 1 0 3 を接地して電位を 0 V とし、ITO 膜 1 0 6 に例えば + 1 2 V の電圧を印加すると、その電位差により ITO 膜 1 0 3, 1 0 6 間に静電引力が発生し、光スイッチング素子 1 0 0 A, 1 0 0 C のように ITO 膜 1 0 3, 1 0 6 が密着し、間隙部 1 0 4 が「0」の状態となる。この状態では、入射光 P_1 は上記光スイッチング素子を透過し、更に透明基板 1 0 1 を通過して透過光 P_2 となる。

【 0 0 1 0 】

次に、ITO 膜 1 0 6 を接地させ電位を 0 V にすると、ITO 膜 1 0 3, 1 0 6 間の静電引力がなくなり、図 1 7 では光スイッチング素子 1 0 0 B, 1 0 0 D のように ITO 膜 1 0 3, 1 0 6 間が離間して、間隙部 1 0 4 が「 $\lambda/4$ 」の状態となる。この状態では、入射光 P_1 は反射され、反射光 P_3 となる。

【 0 0 1 1 】

このようにして、光スイッチング装置 1 0 0 では、光スイッチング素子 1 0 0 A ~ 1 0 0 D 各々において、入射光 P_1 を静電力により間隙部を 2 値に切り替えることによって、反射光がない状態と反射光 P_3 が発生する状態の 2 値に切り替えて取り出すことができる。勿論、前述のように間隙部の大きさを連続的に変化させることにより、入射光 P_1 を反射がない状態から反射光 P_3 が発生する状態に連続的に切り替えることも可能である。

【 0 0 1 2 】

ところで、上記提案に係る光学多層構造体では、いずれも、可動部の光学薄膜（メンブレン）は上述の酸化ビスマス (Bi_2O_3) や窒化シリコン (Si_3N_4) 等により形成され、その構造は平面形状が矩形のブリッジ（架橋）状であり、その短辺の 2 辺が支持部となり、他の二辺（長辺）は自由端となっている。

【 0 0 1 3 】

図 1 8 も、また、このような光学多層構造体の従来の一般的な断面構成例を表すものである。この光学多層構造体 1 1 0 は、ガラス基板 1 1 1 上に下部電極として Cr 膜 1 1 2 が形成され、この Cr 膜 1 1 2 上に間隙部 1 1 4 を間にして架

橋構造の Si_3N_4 膜（光学薄膜）113 が形成されている。この光学薄膜113では、その短辺113A、113Bに可動部113Cを支える支持部113A、113Bが設けられている。可動部113Cには図示しないが下部電極に対応して上部電極が形成されている。

【0014】

このような架橋構造の光学薄膜113は、基板上に予めアモルファスシリコン等の図示しない犠牲層を形成しておき、この犠牲層の上に光学薄膜113を形成した後、犠牲層を選択的にエッチングすることにより作製される。そして、この犠牲層エッチングの際には、光学薄膜113の材料の内部応力として引張応力を持たせている。これは光学薄膜113を張り、その平坦度を向上させるためであり、圧縮応力を持たせると可動部113Cが太鼓橋状になってしまうからである。

【0015】

しかしながら、この光学薄膜113において、短辺113A、113Bのみが固定端となっているため、可動部113Cの内部応力が等方的な引張応力であると、可動部113Cは長手方向に張られると同時に、可動部113Cの幅方向の引張応力によって光学薄膜113が幅方向に歪む現象が生ずるという問題があった。なお、平面形状が正方形の光学薄膜113に、卍型の支持部を設けた構造も提案されている（米国特許公報第5,500,761号）が、このような光学薄膜においても、内部応力によって歪んでしまうことは容易に想像できる。

【0016】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体およびその製造方法を提供することにある。

【0017】

また、本発明の第2の目的は、上記光学多層構造体を用いて、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明による光学多層構造体は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させるもので、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有する構成としたものである。

【 0 0 1 9 】

本発明による光学多層構造体の製造方法は、基板上に、所定の膜厚の犠牲層のパターンを形成し、犠牲層の表面および側面部を覆うと共に犠牲層に達するエッチング用の貫通孔を有する光学薄膜を形成する工程と、貫通孔を通してエッチングすることにより犠牲層を選択的に除去し、光学薄膜に、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを形成する工程とを含むものである。

【 0 0 2 0 】

本発明による光スイッチング素子は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有するものである。

【 0 0 2 1 】

本発明による画像表示装置は、1次元または2次元に配列された複数の光スイッチング素子に光を照射することで2次元画像を表示するものであって、光スイッチング素子は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、かつ、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有するものである。

【 0 0 2 2 】

本発明による光学多層構造体およびその製造方法では、光学薄膜の支持部が可動部の周縁を一樣に支持し間隙部全体を囲むようにしたので、光学薄膜が特定方向に歪む現象が効果的に防止される。

【 0 0 2 3 】

本発明による光スイッチング素子では、駆動手段によって、光学多層構造体の周縁が一樣に支持された可動部が変位し、間隙部の光学的な大きさが変化することにより、入射光に対してスイッチング動作がなされる。

【 0 0 2 4 】

本発明による画像表示装置では、1次元あるいは2次元に配列された本発明の複数の光スイッチング素子に対して光が照射されることによって2次元画像が表示される。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

〔第1の実施の形態〕

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光学多層構造体1の基本的な構成を表すものである。なお、この光学多層構造体1は具体的には例えば光スイッチング素子として用いられ、この光スイッチング素子を複数個1次元のアレイ状に配列することにより画像表示装置を構成することができる。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態の光学多層構造体1は、透明ガラスや透明プラスチックなどの非金属の透明材料からなる基板10の上に、この基板10に接する導電層11と、光の干渉現象を起こし得る大きさを有すると共にその大きさを変化させることのできる間隙部12、および可動部を有する光学薄膜13をこの順で配設して構成したものである。

【 0 0 2 8 】

導電層11は複数の層からなる複合層でもよく、また下部電極の機能も有するので、その材質としては、酸化チタン (TiO_2) ($n_1 = 2.4$)、窒化珪素

(Si_3N_4) ($n_1 = 2.0$), 酸化亜鉛 (ZnO) ($n_1 = 2.0$), 酸化ニオブ (Nb_2O_5) ($n_1 = 2.2$), 酸化タンタル (Ta_2O_5) ($n_1 = 2.1$), 酸化珪素 (SiO) ($n_1 = 2.0$) などの誘電体と、酸化スズ (SnO_2) ($n_1 = 2.0$), ITO (Indium-Tin Oxide) ($n_1 = 2.0$) やその他の金属、窒化物、カーボンなどの導電材料との組み合わせも考えられる。

【0029】

間隙部 12 は、図示しない駆動手段によって、その大きさ（導電層 11 と光学薄膜 13 との間隔）が可変である。間隙部 12 を埋める媒体は、透明であれば気体でも液体でもよい。気体としては、例えば、空気（ナトリウム D 線（589.3 nm）に対する屈折率 $n_D = 1.0$ ）、窒素 (N_2) ($n_D = 1.0$) など、液体としては、水 ($n_D = 1.333$)、シリコンオイル ($n_D = 1.4 \sim 1.7$)、エチルアルコール ($n_D = 1.3618$)、グリセリン ($n_D = 1.4730$)、ジヨードメタン ($n_D = 1.737$) などが挙げられる。なお、間隙部 12 を真空状態とすることもできる。

【0030】

光学薄膜 13 は、その可動部の平面形状が例えば矩形であり、その 4 辺における各側壁が支持部 13A, 13B, 13C, 13D となっている。この光学薄膜 13 の可動部 13E には、後述する犠牲層エッチング工程においてエッチャントを犠牲層に到達させるための貫通孔 14A, 14B, 14C, 14D が 4 隅に設けられている。なお、この貫通孔の数は任意である。

【0031】

この光学薄膜 13 は、例えば窒化珪素 (Si_3N_4) ($n_1 = 2.0$), 酸化珪素 (SiO_2) ($n_2 = 1.46$), 酸化ビスマス (Bi_2O_3) ($n_2 = 1.91$), フッ化マグネシウム (MgF_2) ($n_2 = 1.38$), アルミナ (Al_2O_3) ($n_2 = 1.67$) 等により形成される。

【0032】

なお、この光学薄膜 13 は後述のように、例えば電圧の印加により上下に変位するもので、図示しないが ITO (Indium-Tin Oxide; インジウムとスズの酸化物混合膜) 等の電極が形成されるものである。

【 0 0 3 3 】

なお、前述のように導電層 1 1 は単層でも複合層でもよいが、光学薄膜 1 3 もまた、単層でもよいし、互いに光学的特性の異なる 2 以上の層で構成された複合層としてもよい。

【 0 0 3 4 】

上記間隙部 1 2 を有する光学多層構造体 1 は、図 2 ないし図 4 に示した製造プロセスにより作製することができる。まず、図 2 (A) に示したように例えば透明ガラスからなる基板 1 0 の上に、例えばスパッタリング法により、一部 I T O を含むとともに TiO_2 からなる導電層 1 1 を形成し、次いで、図 2 (B) に示したように例えば C V D (Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成長) 法により犠牲層としての非晶質シリコン (a - S i) 膜 1 2 A を形成する。続いて、図 2 (C) に示したように、間隙部 1 2 のパターン形状を有するフォトレジスト膜 1 5 を形成し、図 2 (D) に示したようにこのフォトレジスト膜 1 5 をマスクとして、例えば R I E (Reactive Ion Etching) により非晶質シリコン (a - S i) 膜 1 2 A を選択的に除去する。

【 0 0 3 5 】

次に、図 3 (A) に示したようにフォトレジスト膜 1 5 を除去した後、図 3 (B) に示したように例えばスパッタリング法により Bi_2O_3 からなる光学薄膜 1 3 を形成する。次いで、図 3 (C) に示したように、例えば CF_4 ガスを用いたドライエッチングにより光学薄膜 1 3 を図 1 に示したような所定形状に成形すると共に、貫通孔 1 4 A ~ 1 4 D を形成する。最後に、例えば XeF_2 をエッチャントとして用いたドライエッチングにより貫通孔 1 4 A ~ 1 4 D を通じて非晶質シリコン (a - S i) 膜 1 2 A を除去する。これにより、図 4 に示したように内部に間隙部 1 2 を備えた光学多層構造体 1 を作製することができる。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態の光学多層構造体 1 では、光学薄膜 1 3 の可動部 1 3 E の 4 辺が支持部 1 3 A ~ 1 3 D により支持されているので、前述のように可動部 1 3 E に等方的な引張応力を持たせた場合でも、その応力は 4 方向に均等に生じ、2 辺で支持する構造の場合のように幅方向に歪むという現象が生ずることはない。従っ

て、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体 1 を作製することができる。また、光学薄膜 1 3 の可動部 1 3 E に設けられた貫通孔 1 4 A ~ 1 4 D を通じて、エッチャントを犠牲層に接触させることができるので、簡単な工程で、歪みのない光学薄膜 1 3 を形成することが可能になる。従って、この光学多層構造体 1 を用いることにより、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を実現することができる。

【 0 0 3 7 】

〔変形例〕

以下、第 1 の実施の形態の変形例について説明する。上記実施の形態においては、光学薄膜 1 3 の 4 辺の側壁を支持部 1 3 A ~ 1 3 D として幅方向の歪みを防止する構造としたが、本変形例においては、さらに、図 5 に示したように、可動部 1 3 E の 4 隅に対応する位置（角部）に切欠部 2 5 A, 2 5 B, 2 5 C, 2 5 D を設けたものである。これら切欠部 2 5 A ~ 2 5 D を設けることにより、貫通孔 1 4 A ~ 1 4 D と共に犠牲層エッチング工程においてエッチャントの犠牲層への到達を容易にし、かつ可動部 1 3 E の 4 隅への応力の集中を防止することができる。

【 0 0 3 8 】

更に、図 6 に示したように、光学薄膜 1 3 の可動部 1 3 E の 4 隅の角部に切欠部 1 5 A ~ 1 5 D を設けると共に、支持部 1 3 C に開口部 3 6 A, 3 6 B, 3 6 C、支持部 1 3 D に開口部 3 6 D, 3 6 E, 3 6 F をそれぞれ設けるようにすることもできる。これにより、これら支持部 1 3 C, 1 3 D の開口部 3 6 A ~ 3 6 F が可動部 1 3 E の貫通孔 1 4 A ~ 1 4 D および切欠部 1 5 A ~ 1 5 D と共に犠牲層エッチングの窓部分となり、エッチング効率がさらに向上し、また、角部の切欠部 1 5 A ~ 1 5 D により応力集中を緩和することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、光学薄膜 1 3 の支持部 1 3 C, 1 3 D に設ける開口部の数は任意であり、また、支持部 1 3 A, 1 3 B にも開口部を設けるようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

以下、本発明の他の実施の形態について説明する。なお、以下の実施の形態に

において、第 1 の実施の形態と同一構成部分については同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

〔第 2 の実施の形態〕

本実施の形態では、図 7 に示したように、光学薄膜 4 3 における可動部 4 3 B の平面形状が円形であり、その周縁部の側壁が支持部 4 3 A となっている。なお、可動部 4 3 B の平面形状は、円形に限らず、楕円形状、矩形の 2 辺を曲線とした形状等の曲線を含む形状とすることもできる。光学薄膜 4 3 の可動部 4 3 B には、犠牲層エッチング工程においてエッチャントを犠牲層に到達させるための貫通孔 4 4 A, 4 4 B, 4 4 C, 4 4 D が設けられている。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態では、光学薄膜 4 3 の平面形状が円形であるので、可動部 4 3 B の特定の位置に応力が局部的に集中することはなく、第 1 の実施の形態と同様に、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体を作製することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施の形態においても、図 5 または図 6 と同様に、光学薄膜 4 3 の支持部 4 3 A の適宜の個所に切欠部または開口部を設けて犠牲層エッチング工程の効率をより高めることができる。

【 0 0 4 4 】

〔第 3 の実施の形態〕

本実施の形態では、図 8 に示したように、矩形状の光学薄膜 5 3 における 4 辺の支持部 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C, 5 3 D が、第 1 の実施の形態のように導電層 1 1 に対して垂直ではなく、例えば 3 0 ° 程度傾斜しており、その膜厚が可動部 5 3 E と実質的に同じになっている。光学薄膜 5 3 は上述のように C V D 法や蒸着法により成膜され、その際、成膜される粒子は基板に垂直な方向から進入する確率が高く、支持部 5 3 A ~ 5 3 D が垂直であると、粒子の進入は少なく、その膜厚は可動部 5 3 E に比べて薄くなり、強度が弱くなる。これに対して、本実施の形態においては、支持部 5 3 A ~ 5 3 D を下地に対して傾斜させたことにより

、基板に対して垂直成分の成膜レートが高い場合であっても、支持部 5 3 A ~ 5 3 D の膜厚を十分に取ることができ、支持部 5 3 A ~ 5 3 D の強度を向上させることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、これら支持部 5 3 A ~ 5 3 D のうち、例えば支持部 5 3 A には開口部 5 5 A、支持部 5 3 B には開口部 5 5 B をそれぞれ形成することにより、犠牲層エッチング工程においてエッチャントの犠牲層への到達をさらに促進することができる。但し、開口部 5 5 A、5 5 B は必ずしも設ける必要はない。

【 0 0 4 6 】

上記光学多層構造体 5 は、図 9 ないし図 1 1 に示した製造プロセスにより作製することができる。まず、図 9 (A) に示したように例えば透明ガラスからなる基板 1 0 の上に、例えばスパッタリング法により、一部 I T O を含むとともに TiO_2 からなる導電層 1 1 を形成し、次いで、図 9 (B) に示したように例えばプラズマ C V D 法により犠牲層としての非晶質シリコン (a - S i) 膜 1 2 A を形成する。続いて、図 9 (C) に示したように、間隙部 1 2 のパターン形状を有するフォトリジスト膜 1 5 を形成し、図 9 (D) に示したようにこのフォトリジスト膜 1 5 をマスクとして、例えば SF_6 または CF_4 と O_2 とを用いたドライエッチングにより非晶質シリコン膜 1 2 A を選択的に除去する。その際、非晶質シリコン膜 1 2 A と共にフォトリジスト膜 1 5 もエッチングされる。このとき、非晶質シリコン膜 1 2 A がやや薄くなると共に、フォトリジスト膜 1 5 の側面 1 5 A がテーパ形状となる。エッチングが進行するにつれ、図 1 0 (A) に示したように、フォトリジスト膜 1 5 の側面 1 5 A だけでなく非晶質シリコン膜 1 2 A の側面 1 2 B も傾斜する。最終的には、図 1 0 (B) に示したように、フォトリジスト膜 1 5 の側面 1 5 A および非晶質シリコン膜 1 2 A の側面 1 2 B が傾斜したアイランド状となる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 1 0 (C) に示したようにフォトリジスト膜 1 5 を除去した後、図 1 1 (A) に示したように例えばスパッタリング法により Bi_2O_3 からなる光学薄膜 5 3 を形成する。次いで、図 1 1 (B) に示したように、例えば CF_4 ガス

を用いたドライエッチングにより光学薄膜53を図8に示したような所定形状に成形すると共に、貫通孔14A～14D、開口部55A、55Bを形成する。最後に、例えばXeF₂をエッチャントとして用いたドライエッチングにより非晶質シリコン膜12Aを除去する。これにより、図11(C)に示したように間隙部12を備えた光学多層構造体5を作製することができる。

【0048】

本実施の形態の光学多層構造体5では、光学薄膜53の支持部53A～53Dが下地に対して傾斜して形成されているので、支持部53A～53Dの強度を高めることができ、支持部53A～53Dの機能、すなわち光学薄膜53が特定方向に歪む現象を防止する機能を一層強化することができる。従って、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体5を作製することができる。また、光学薄膜53に設けられた貫通孔14A～14Dおよび開口部55A、55Bを通じて、エッチャントを犠牲層に容易に接触させることができるので、簡単な工程で、幅方向の歪みのない光学薄膜53を形成することができる。よって、この光学多層構造体5を用いることにより、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を実現することができる。

【0049】

〔光スイッチング装置〕

【0050】

図12および図13は、例えば上記第1の実施の形態に係る光学多層構造体（図5参照）を用いた光スイッチング装置200の構成を表すものである。この光スイッチング装置200は、例えば透明ガラスからなる図示しない基板上に複数（図では4個）の光スイッチング素子200A～200Dを二次元アレイ状に配設したものである。なお、2次元に限らず、1次元に配列した構成としてもよい。また、光スイッチング装置200を構成する光学多層構造体は、前述のその他の構造の光学多層構造体を用いてもよい。

【0051】

この光スイッチング装置200では、例えば透明ガラスからなる図示しない基

板の表面に互いに絶縁された複数の導電層 201 が形成されている。各導電層 201 上には、複数の光学薄膜 203 が配設されている。導電層 201 と光学薄膜 203 との間には、スイッチング動作（オン・オフ）に応じてその大きさが変化する間隙部 202（図 13 参照）が設けられている。間隙部 202 の光学膜厚は、入射光の波長（ $\lambda = 550 \text{ nm}$ ）に対しては、例えば「 $\lambda/4$ 」（ 137.5 nm ）と「0」との間で変化している。

【0052】

光スイッチング素子 200A～200D は、導電層 201 および光学薄膜 203 への電圧印加による電位差で生じた静電引力によって、間隙部 202 の光学膜厚を、例えば「 $\lambda/4$ 」と「0」との間で切り替える。図 13 では、光スイッチング素子 200A、200C が間隙部 202 が「0」の状態（すなわち、低反射状態）を示し、光スイッチング素子 200B、200D が間隙部 202 が「 $\lambda/4$ 」の状態（すなわち、高反射状態）を示している。なお、導電層 201 および光学薄膜 203 と電圧印加装置（図示せず）とにより、本発明の「駆動手段」を構成している。

【0053】

この光スイッチング装置 200 では、導電層 201 を接地して電位を 0 V とし、光学薄膜 203 に例えば +12 V の電圧を印加すると、その電位差により導電層 201、光学薄膜 203 間に静電引力が発生し、図 13 の光スイッチング素子 200A に示したように導電層 201 と光学薄膜 203 とがほぼ密着し、間隙部 202 が「0」の状態となる。この状態では、入射光 P_1 は上記多層構造体を透過し、更に基板を通過して透過光 P_2 となる。

【0054】

次に、光学薄膜 203 を接地させ電位を 0 V にすると、導電層 201 と光学薄膜 203 と間の静電引力がなくなり、図 13 の光スイッチング素子 200B に示したように導電層 201 と光学薄膜 203 との間が離間して、間隙部 202 が「 $\lambda/4$ 」の状態となる。この状態では、入射光 P_1 は反射され、反射光 P_3 となる。

【0055】

このようにして、本実施の形態では、光スイッチング素子 2 0 0 A ~ 2 0 0 D 各々において、入射光 P_1 を静電力により間隙部を 2 値に切り替えることによって、透過光 P_2 および反射光 P_3 の 2 方向に切り替えて取り出すことができる。勿論、前述のように間隙部の大きさを連続的に変化させることにより、入射光 P_1 を透過光 P_2 から反射光 P_3 に連続的に切り替えることも可能である。

【 0 0 5 6 】

これら光スイッチング素子 2 0 0 A ~ 2 0 0 D では、光学薄膜 2 0 3 の可動部の 4 辺がそれぞれ支持部 2 0 3 A, 2 0 3 B, 2 0 3 C, 2 0 3 D により支持されているため、光学薄膜 2 0 3 が特定方向に歪むことがない。よって、安定した高速応答が可能な表示用のライトバルブを実現することができる。

【 0 0 5 7 】

加えて、本実施の形態では、1 ピクセルに複数の光スイッチング素子を割り当てれば、それぞれ独立に駆動可能であるため、画像表示装置として画像表示の階調表示を行う場合に、時分割による方法だけではなく、面積による階調表示も可能である。

【 0 0 5 8 】

なお、図 1 2 の例ではこれら光スイッチング素子 2 0 0 A ~ 2 0 0 D を互いに離間して配置しているが、隣り合う可動部が支持部を共有するようにして例えば障子の枠に貼った障子紙のような構成にすれば、これら光スイッチング素子は近接して、開口率を上げることができる。

【 0 0 5 9 】

〔画像表示装置〕

図 1 4 は、上記光スイッチング装置 2 0 0 を用いた画像表示装置の一例として、プロジェクションディスプレイの構成を表すものである。ここでは、光スイッチング素子 2 0 0 A ~ 2 0 0 D からの反射光 P_3 を画像表示に使用する例について説明する。

【 0 0 6 0 】

このプロジェクションディスプレイは、赤 (R), 緑 (G), 青 (B) 各色のレーザからなる光源 3 0 0 A, 3 0 0 B, 3 0 0 C と、各光源に対応して設けら

れた光スイッチング素子アレイ 3 0 1 A, 3 0 1 B, 3 0 1 C、ダイクロイックミラー 3 0 2 A, 3 0 2 B, 3 0 2 C、プロジェクションレンズ 3 0 3、1 軸スキャナとしてのガルバノミラー 3 0 4 および投射スクリーン 3 0 5 を備えている。なお、3 原色は、赤緑青の他、シアン、マゼンダ、イエローとしてもよい。スイッチング素子アレイ 3 0 1 A, 3 0 1 B, 3 0 1 C はそれぞれ、上記スイッチング素子を紙面に対して垂直な方向に複数、必要画素数分、例えば 1 0 0 0 個を 1 次元に配列したものであり、これによりライトバルブを構成している。

【 0 0 6 1 】

このプロジェクションディスプレイでは、RGB 各色の光源 3 0 0 A, 3 0 0 B, 3 0 0 C から出た光は、それぞれ光スイッチング素子アレイ 3 0 1 A, 3 0 1 B, 3 0 1 C に入射される。なお、この入射角は偏光の影響がでないように、なるべく 0 に近くし、垂直に入射させるようにすることが好ましい。各光スイッチング素子からの反射光 P_3 は、ダイクロイックミラー 3 0 2 A, 3 0 2 B, 3 0 2 C によりプロジェクションレンズ 3 0 3 に集光される。プロジェクションレンズ 3 0 3 で集光された光は、ガルバノミラー 3 0 4 によりスキャンされ、投射スクリーン 3 0 5 上に 2 次元の画像として投影される。

【 0 0 6 2 】

このように、このプロジェクションディスプレイでは、複数個の光スイッチング素子を 1 次元に配列し、RGB の光をそれぞれ照射し、スイッチング後の光を 1 軸スキャナにより走査することによって、2 次元画像を表示することができる。

【 0 0 6 3 】

また、本実施の形態では、光スイッチング素子アレイ 3 0 0 A ~ 3 0 0 C の各々を構成する光スイッチング素子として、本発明に係る光学多層構造体を用いているので、前述のように光学薄膜の可動部の 4 辺が支持部（側壁）によって支持されており、光学薄膜が特定方向に歪む現象が防止される。よって、安定した高速応答が可能なプロジェクションディスプレイを実現することができる。

【 0 0 6 4 】

以上実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施

の形態および変形例に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、光源としてレーザを用いて一次元アレイ状のライトバルブを走査する構成のディスプレイについて説明したが、図 1 5 に示したように、二次元状に配列された光スイッチング装置 3 0 6 に白色光源 3 0 7 からの光を照射して投射スクリーン 3 0 8 に画像の表示を行う構成とすることもできる。なお、光源としてはその他発光ダイオード等を用いるようにしてもよい。

【 0 0 6 5 】

また、上記実施の形態では、光学多層構造体の駆動手段として静電気を用いる例について説明したが、その他、圧電素子を用いる方法や磁力を利用する方法なども適用可能である。磁力を利用する方法としては、例えば、光学薄膜の上に、光の入射する位置に開口部を有する磁性層を設ける一方、基板の下部に電磁コイルを設け、この電磁コイルのオン・オフの切り替えにより、間隙部の大きさを例えば「 $\lambda/4$ 」と「0」との間で切り替え、これにより反射率を変化させる方法が考えられる。

【 0 0 6 6 】

また、上記実施の形態では、基板として透明ガラス基板を用いる例について説明したが、不透明な基板を用いてもよい。また、導電層 1 1, 2 0 1 は、透明でも不透明でもよい。さらに、図 1 6 に示したように、例えば厚さ 2 mm 以内の柔軟性を有する（フレキシブルな）基板 3 0 9 を用いたペーパー状のディスプレイとし、直視により画像を見ることができるようにもよい。

【 0 0 6 7 】

更に、上記実施の形態では、本発明の光学多層構造体をディスプレイに用いた例について説明したが、例えば光プリンタに用いて感光性ドラムへの画像の描きこみをする等、ディスプレイ以外の光プリンタなどの各種デバイスにも適用することも可能である。

【 0 0 6 8 】

【発明の効果】

以上説明したように請求項 1 ないし 1 2 のいずれか 1 に記載の光学多層構造体、請求項 1 3 または 1 4 に記載の光学多層構造体の製造方法、および請求項 1 5

または 1 6 に記載の光スイッチング素子によれば、可動部を有する光学薄膜において可動部の周縁を支持部において一様に支持するようにしたので、光学薄膜が特定方向に歪む現象を防止することができ、安定した高速応答が可能になるという効果を奏する。

【 0 0 6 9 】

特に、請求項 5 記載の光学多層構造体によれば、光学薄膜の支持部が下地としての基板の表面や導電層に対して傾斜しているので、支持部の強度が向上する。

【 0 0 7 0 】

また、特に、請求項 6 記載の光学多層構造体、または請求項 1 3 記載の光学多層構造体の製造方法によれば、光学薄膜の可動部または支持部の少なくとも一方に犠牲層に達する貫通孔を形成するようにしたので、エッチャントを容易に犠牲層に到達させることができ、エッチング効率を向上させることができる。

【 0 0 7 1 】

さらに、特に、請求項 7 記載の光学多層構造体によれば、光学薄膜の角部に対応する位置に切欠部を形成するようにしたので、光学薄膜の可動部が矩形の場合に、4 隅に応力が集中するのを防止することができる。

【 0 0 7 2 】

また、請求項 1 7 記載の画像表示装置によれば、本発明の光学多層構造体を用いた光スイッチング素子を 1 次元または 2 次元に配列し、この 1 次元または 2 次元アレイ構造の光スイッチング装置を用いて画像表示を行うようにしたので、安定した高速応答が可能な画像表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を、一部を切り欠いて表す斜視図である。

【図 2】

図 1 に示した光学多層構造体の製造工程を説明するための断面図である。

【図 3】

図 2 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 4】

図 3 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 5】

第 1 の実施の形態の変形例に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図 6】

第 1 の実施の形態の他の変形例に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を、一部を切り欠いて示す斜視図である。

【図 8】

本発明の第 3 の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図 9】

図 8 に示した光学多層構造体の製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 0】

図 9 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 1】

図 1 0 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 2】

第 1 の実施の形態の変形例に係る光学多層構造体を用いて構成した光スイッチング装置の一例の構成を表す平面図である。

【図 1 3】

図 1 2 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 1 4】

ディスプレイの一例の構成を表す図である。

【図 1 5】

ディスプレイの他の例を表す図である。

【図 1 6】

ペーパー状ディスプレイの構成図である。

【図 1 7】

本出願人が先に出願した光スイッチング装置の一例の構成を表す図である。

【図 1 8】

図 1 7 に示した光スイッチング装置における光学多層構造体の一例の構成を表す図である。

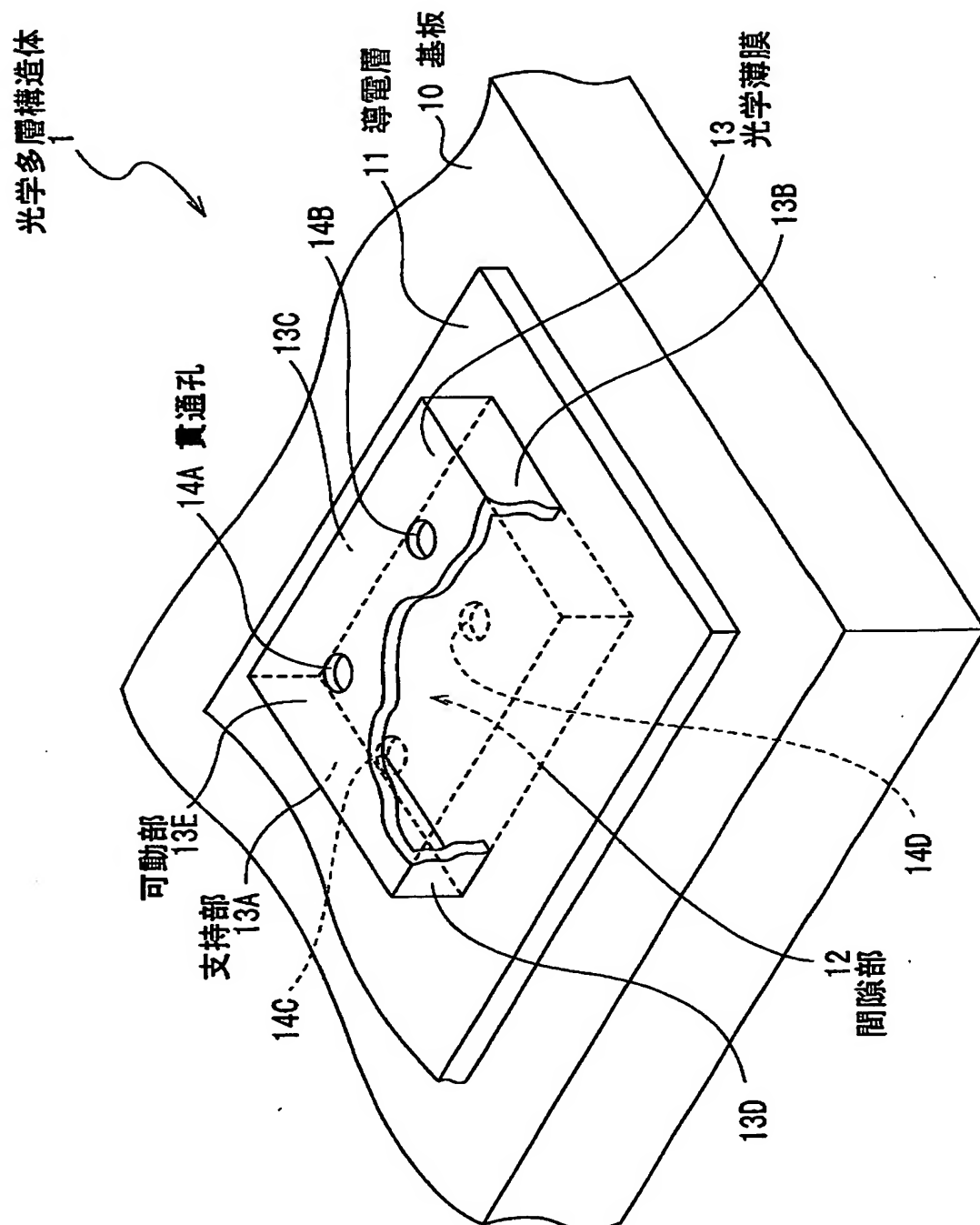
【符号の説明】

1, 5…光学多層構造体、10…基板、11, 201…導電層、12, 202…間隙部、13, 43, 53, 203…光学薄膜、100, 200…光スイッチング装置、13A～13D, 43A, 53A～53D…支持部、14A～14D, 44A～44D…貫通孔、15A～15D…切欠部、36A～36F, 55A, 55B…開口部

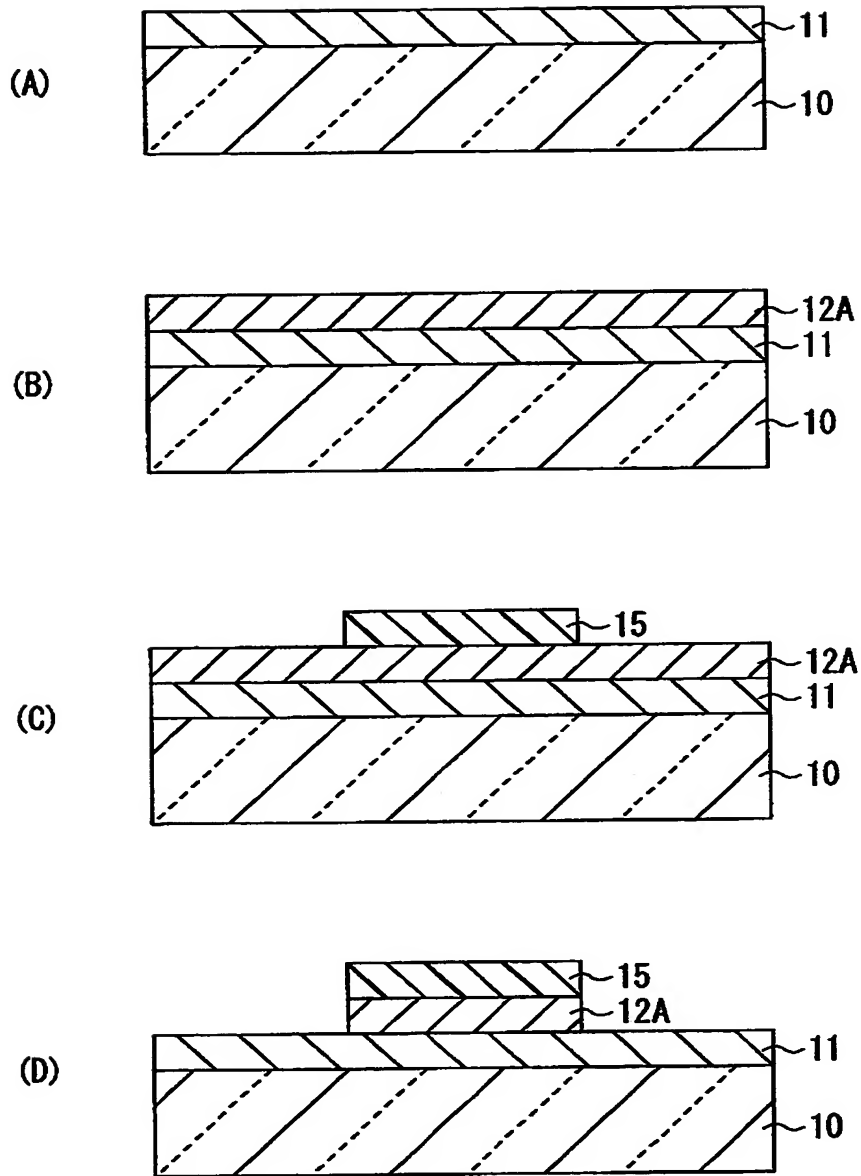
【書類名】

図面

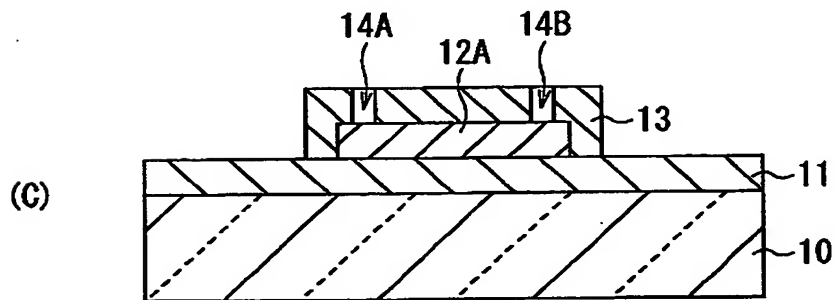
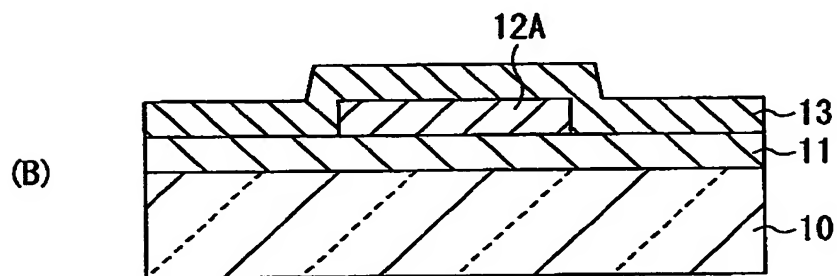
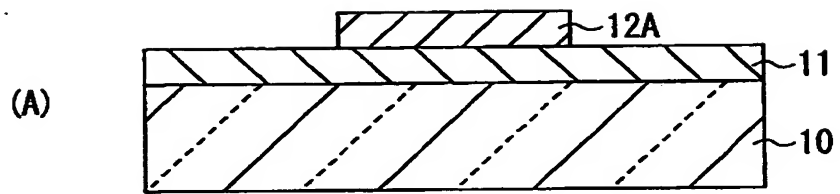
【図 1】



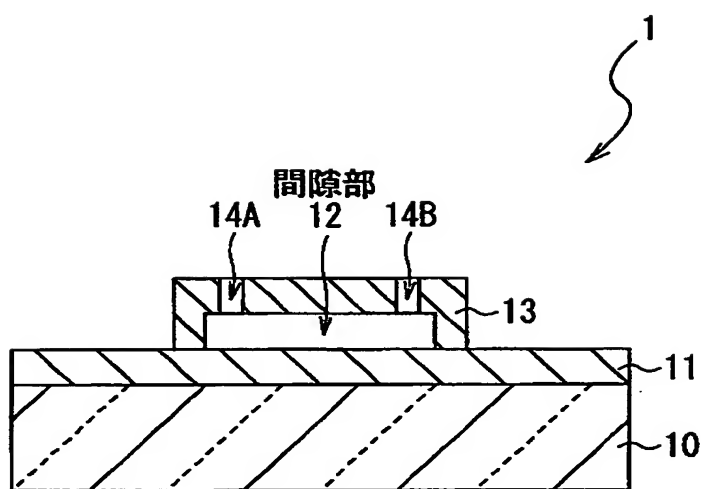
【図 2】



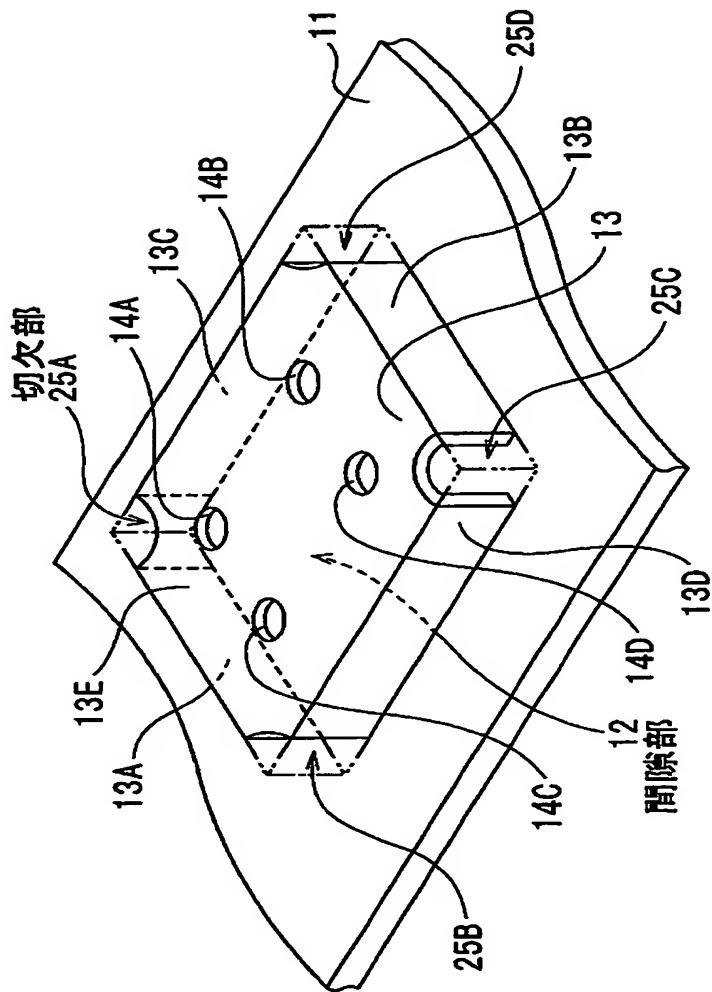
【図 3】



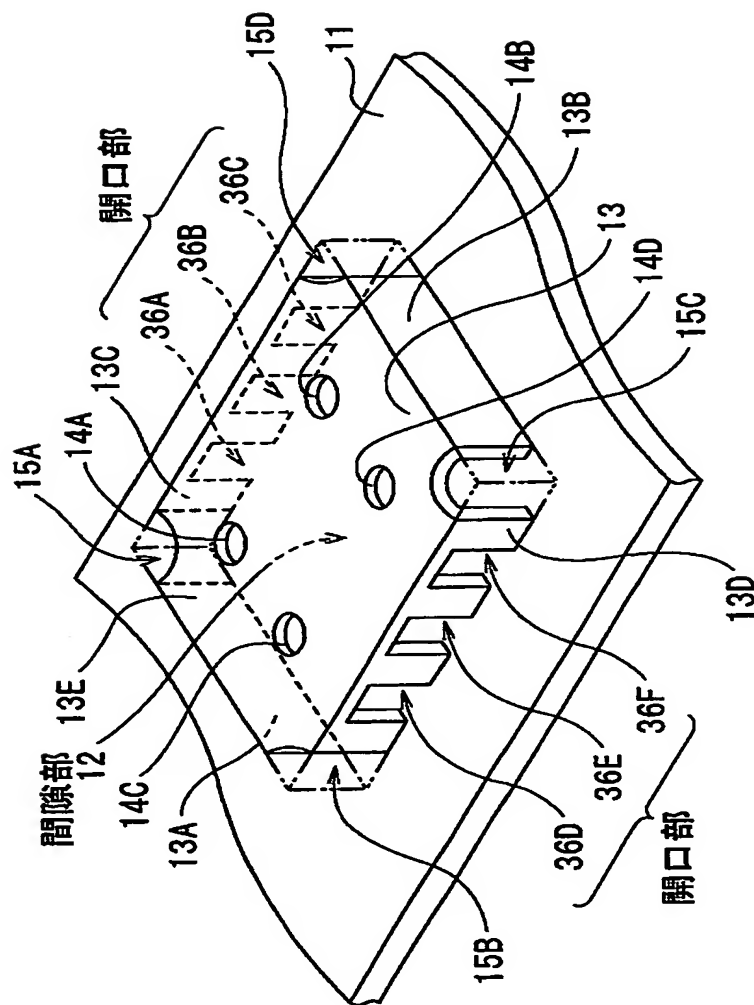
【図 4】



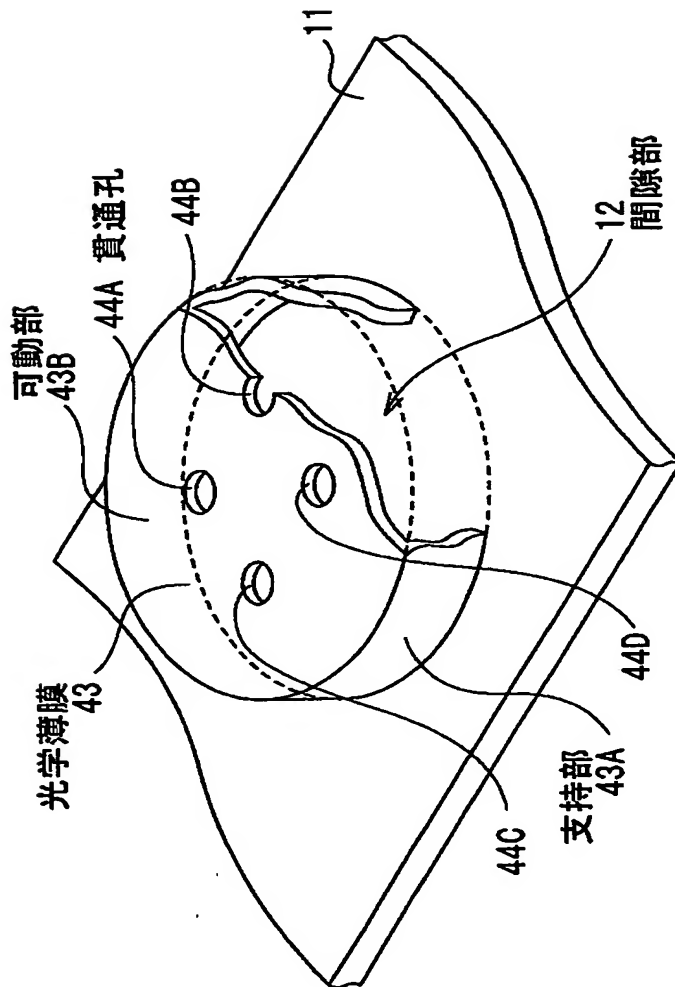
【図 5】



【図 6】

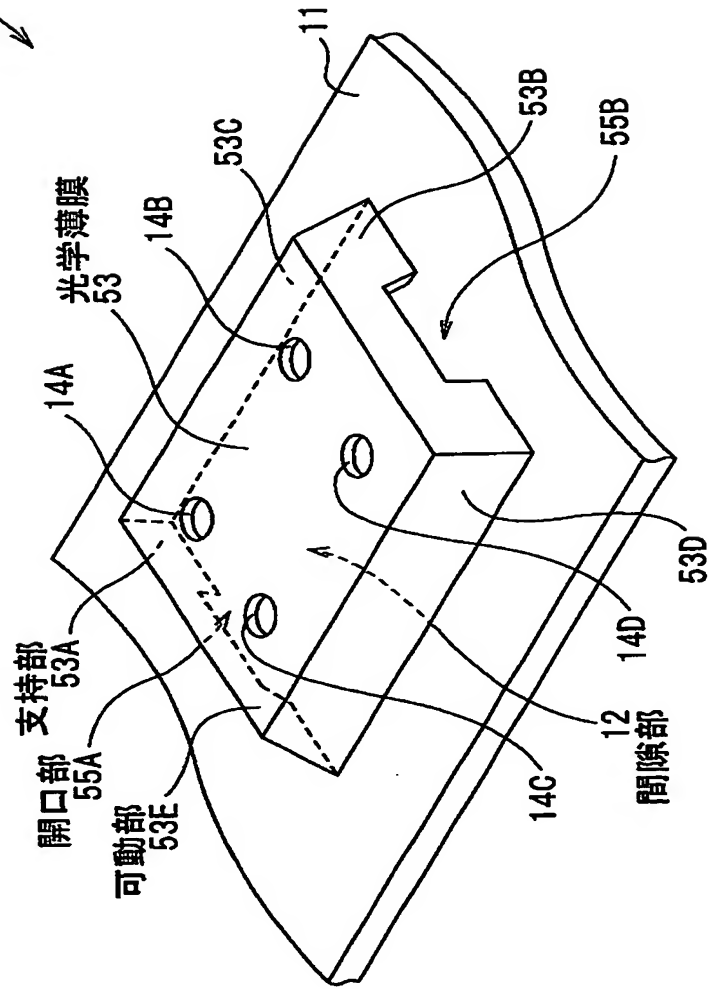


【図 7】

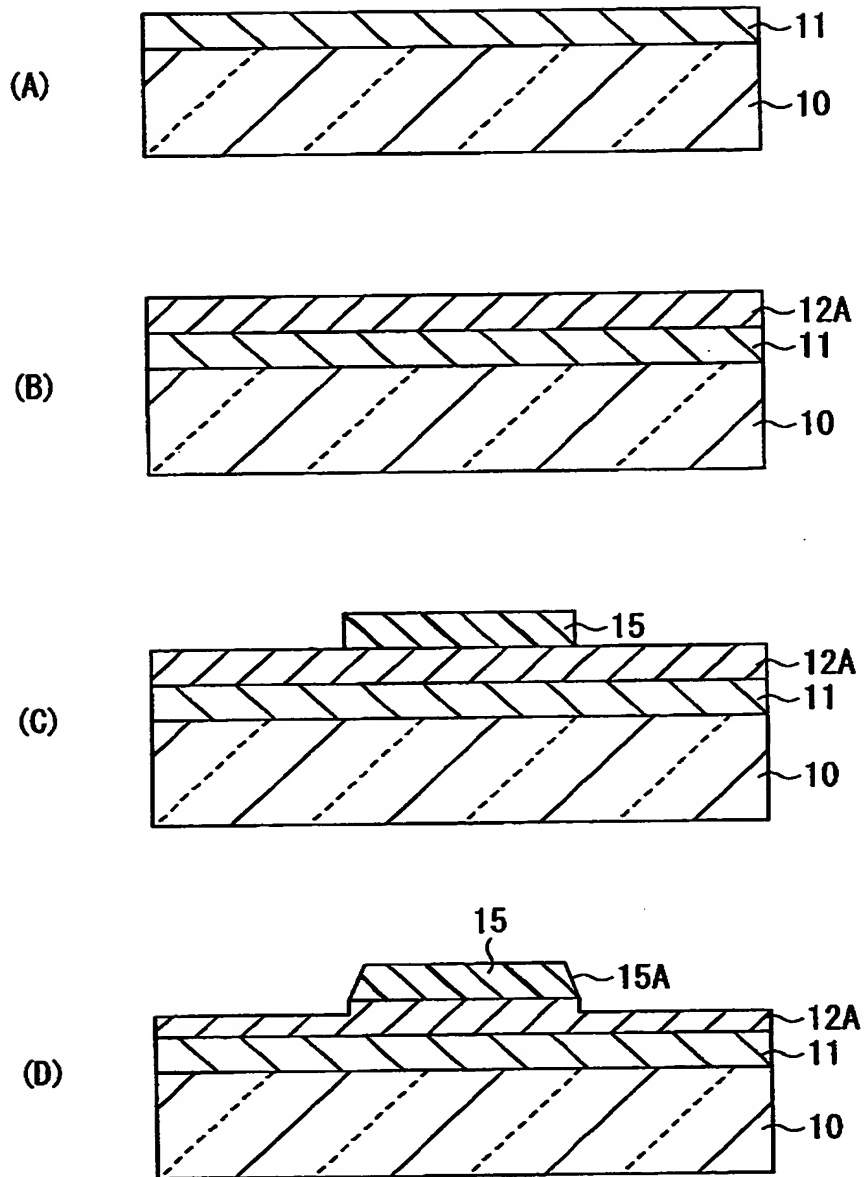


【図8】

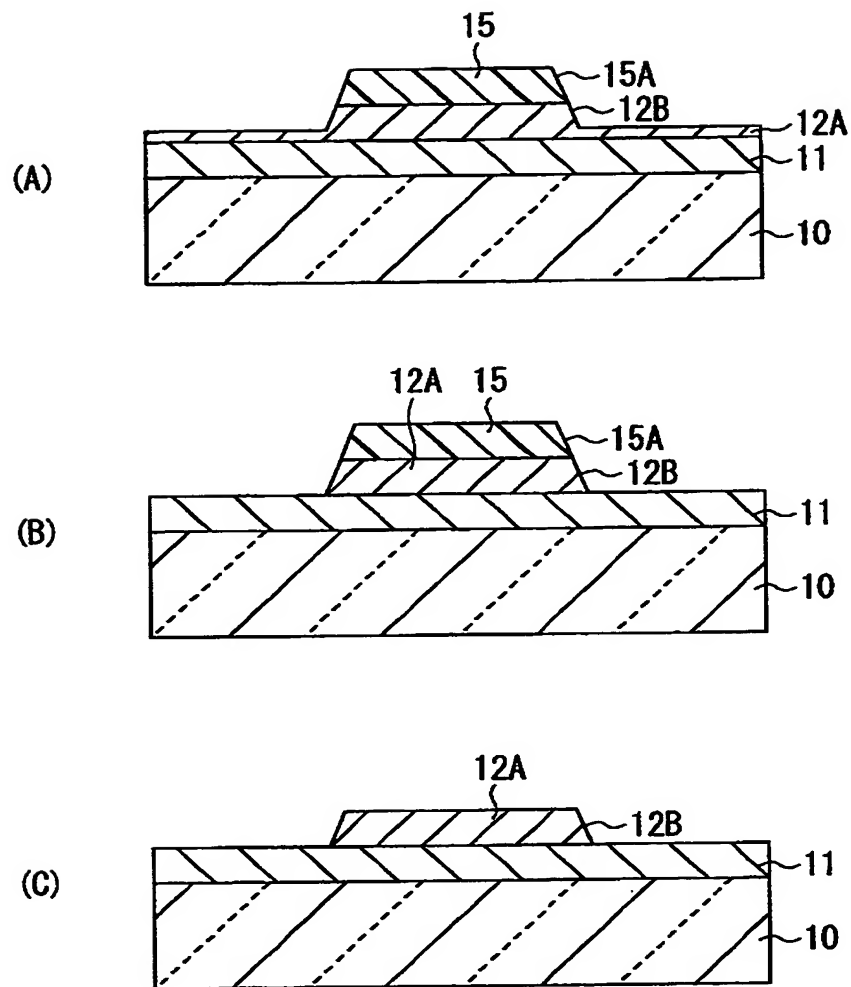
光学多層構造体
5



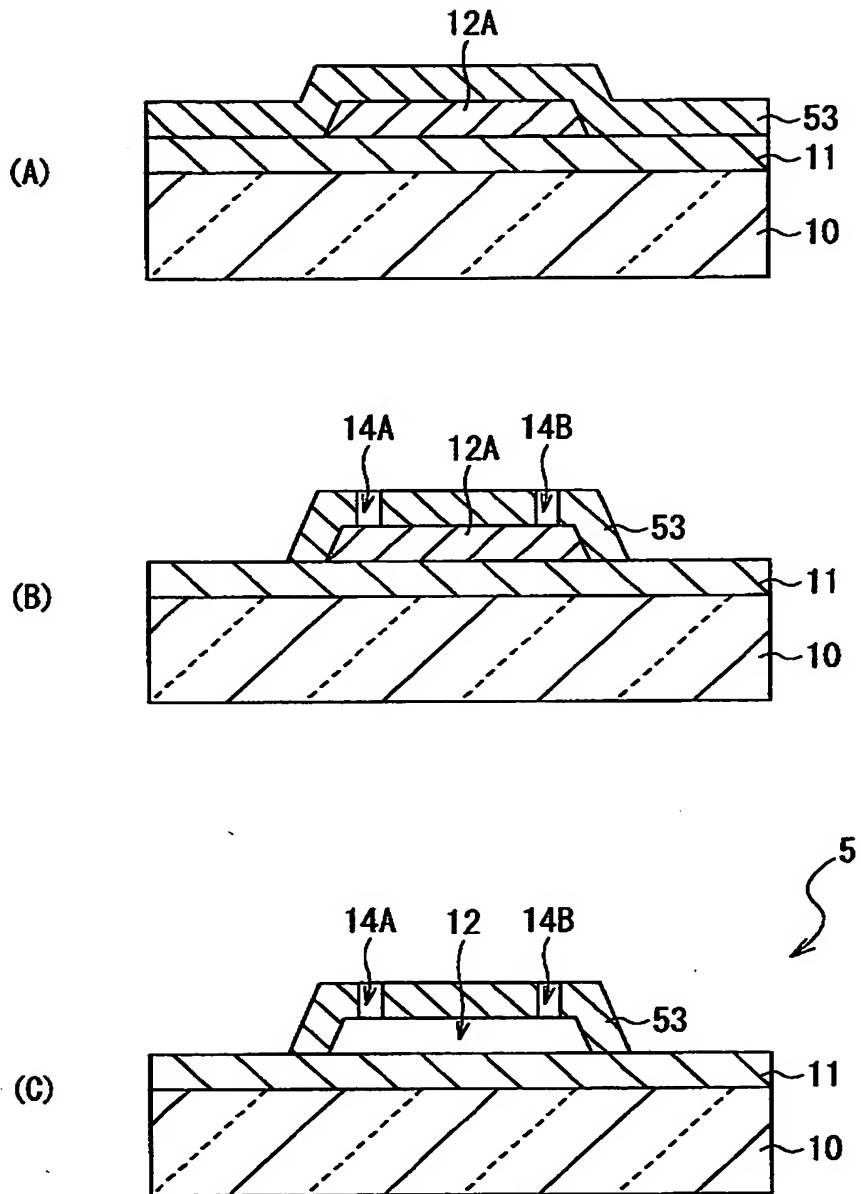
【図 9】



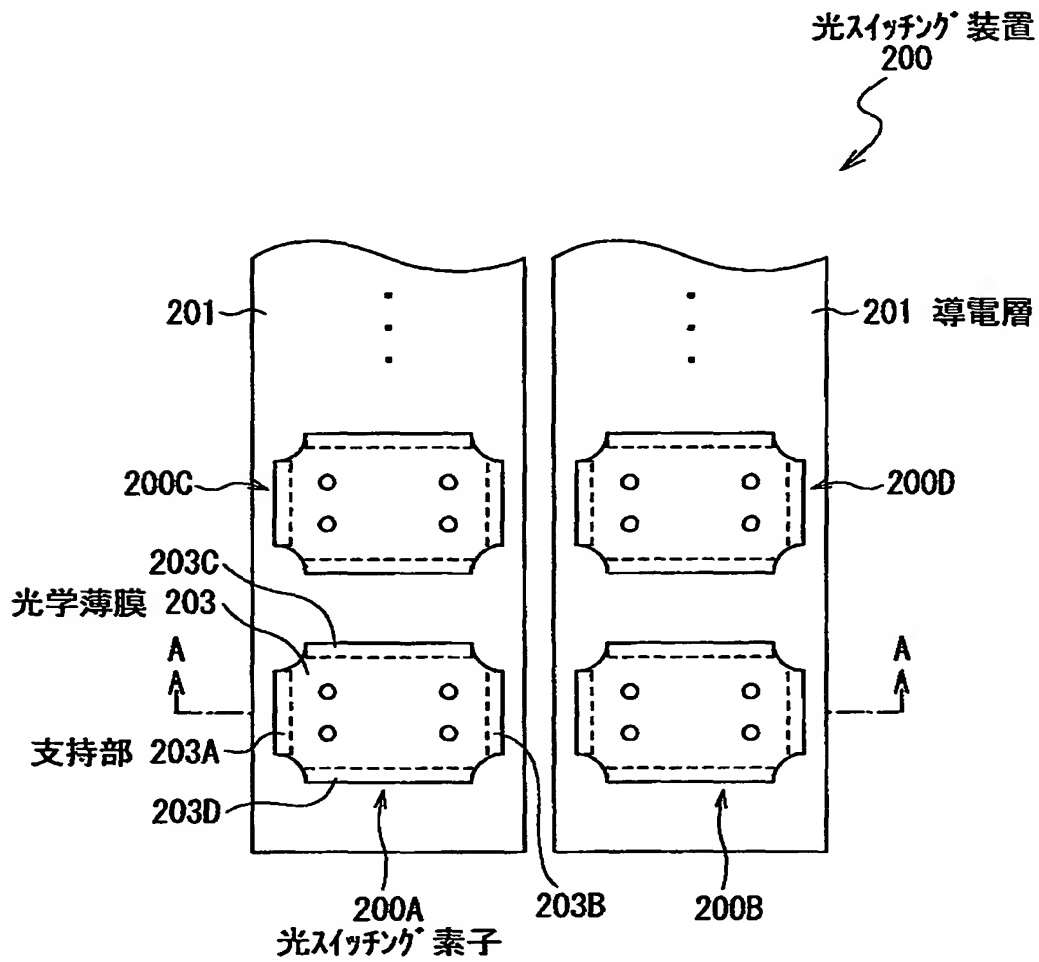
【図 1 0】



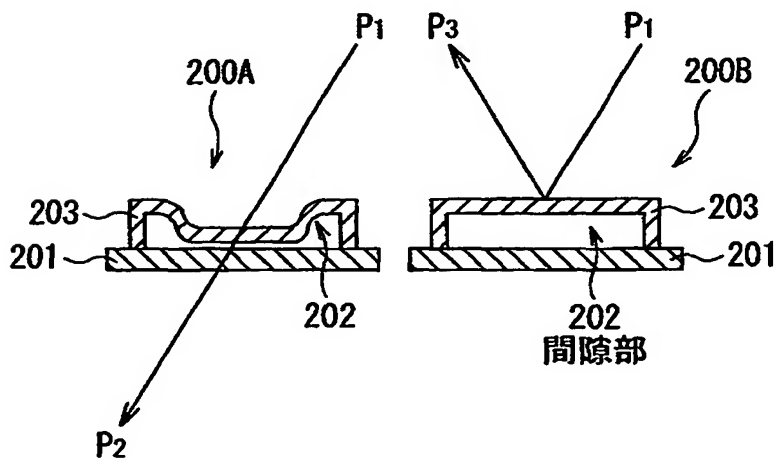
【図 1 1】



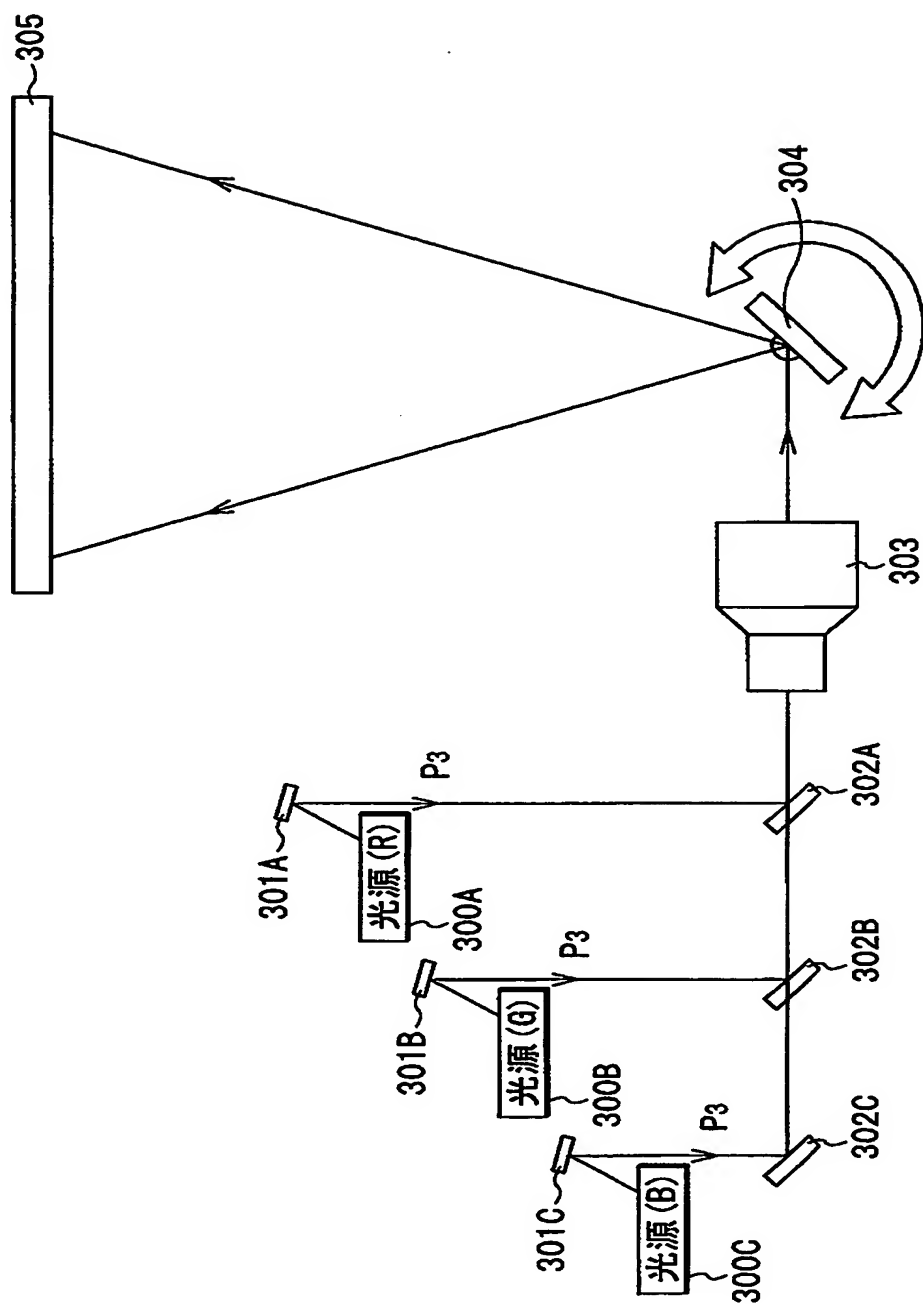
【図12】



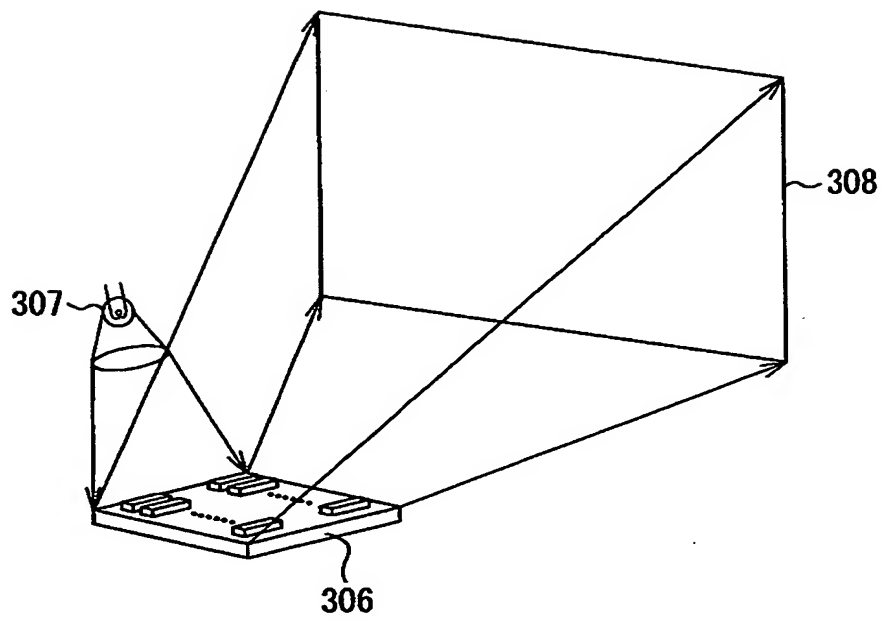
【図13】



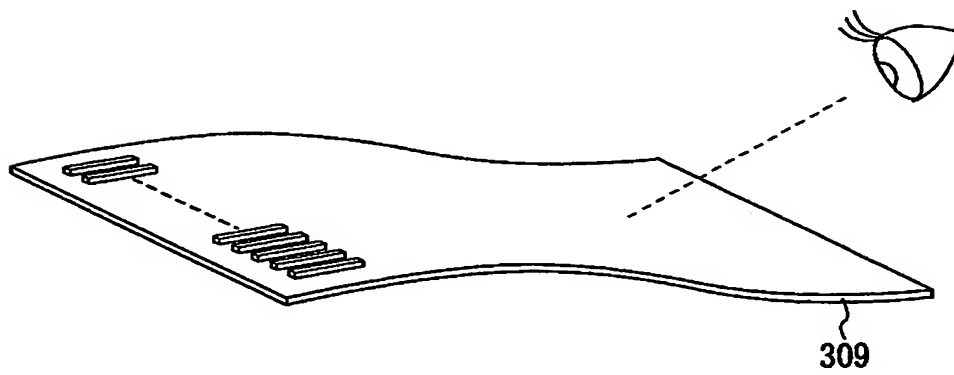
【図14】



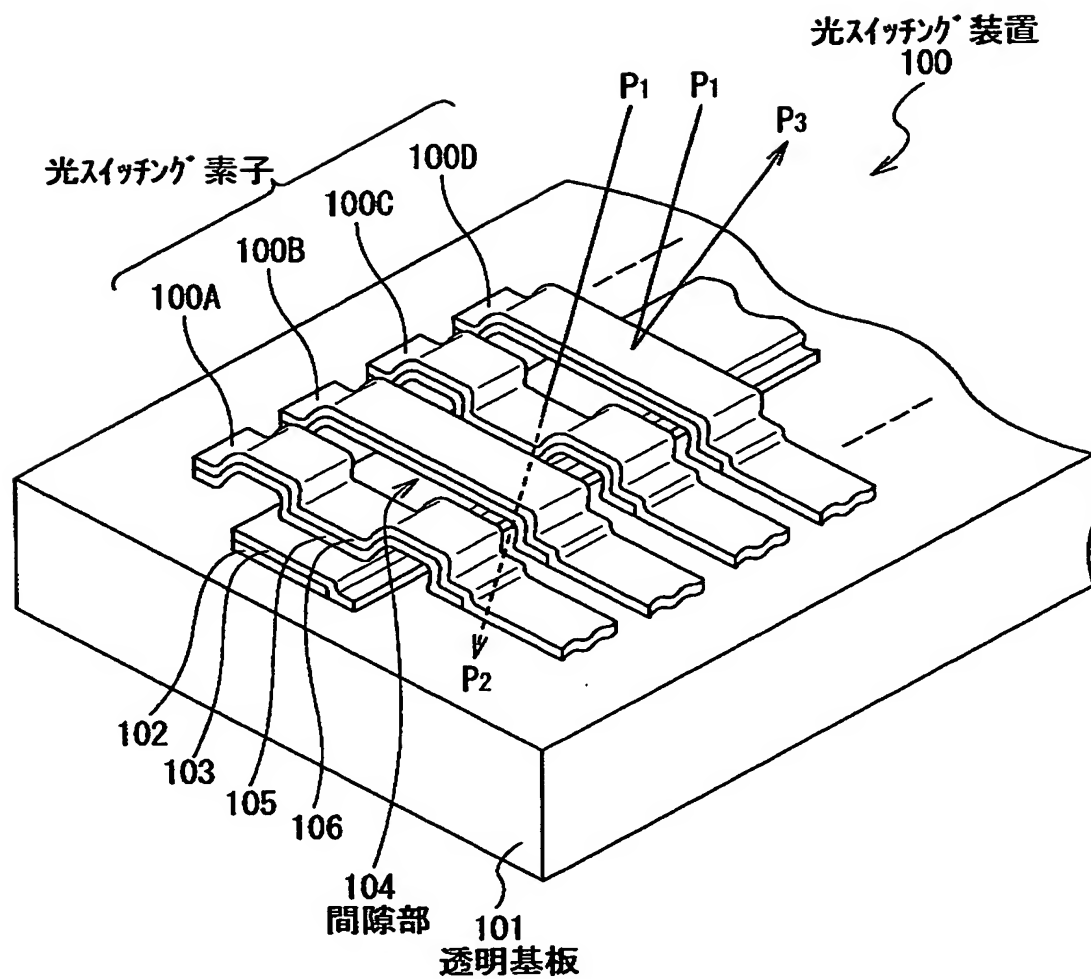
【図15】



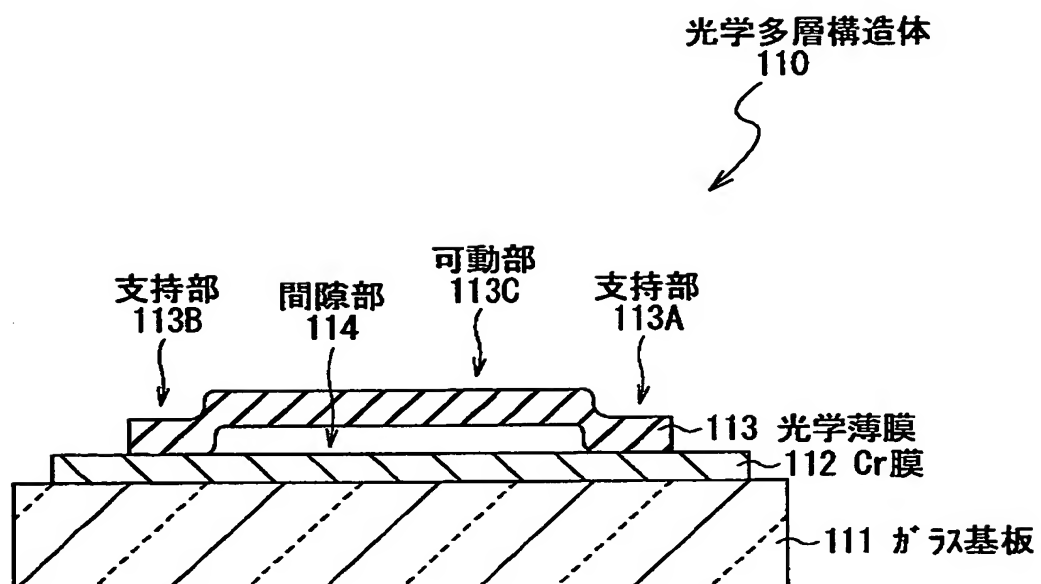
【図16】



【図 17】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することができ、画像表示装置に好適に用いることができる光学多層構造体を提供する。

【構成】 光学多層構造体 1 は、基板 1 0 の上に、この基板 1 0 に接する導電層 1 1、光の干渉現象を起こし得る大きさを有すると共にその大きさが変化する間隙部 1 2、および光学薄膜 1 3 をこの順で配設した構造を有する。光学薄膜 1 3 の可動部 1 3 E は、その周縁が支持部 1 3 A、1 3 B、1 3 C、1 3 D により一様に支持されており、内部応力に起因する歪みの発生が抑制される。可動部 1 3 E には、貫通孔 1 4 A、1 4 B、1 4 C、1 4 D が形成されており、犠牲層エッチングにより間隙部 1 2 を形成する場合にエッチャントが容易に犠牲層に到達する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社